

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-048424
 (43)Date of publication of application : 15.02.2002

(51)Int.Cl.

F25B 9/00

(21)Application number : 2000-229490
 (22)Date of filing : 28.07.2000

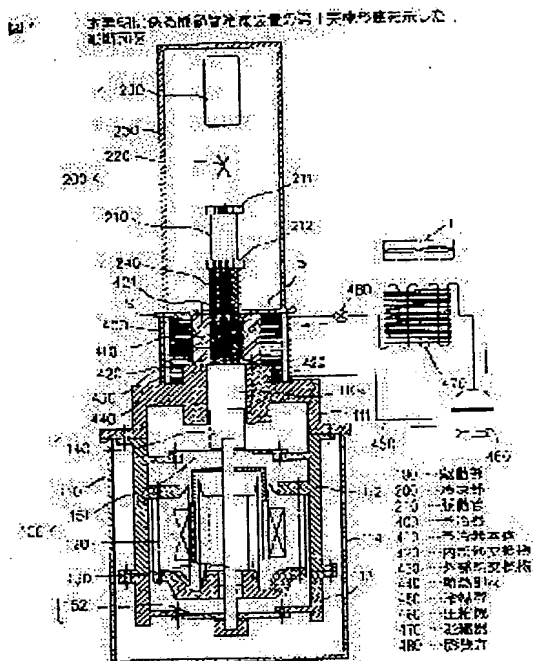
(71)Applicant : LG ELECTRONICS INC
 (72)Inventor : KIM SON YOUN

(54) COOLER FOR PULSATING TUBE REFRIGERATING MACHINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a cooler for a pulsating tube refrigerating machine capable of improving a general performance of the refrigerating machine by constituting a refrigerant compression type refrigerating cycle with a pre-cooler for previously cooling high temperature and high pressure working gas as an evaporator, and smoothly radiating a generated heat of the working gas and a driver.

SOLUTION: The cooler for the pulsating tube refrigerating machine comprises the driver 10 for pumping the working gas to reciprocate to move, a refrigerating unit 200 having a pulsating tube including a cryogenic part formed by an operation of the gas, and a refrigerant compression type cooling means engaged between the driver 100 and the unit 200 and having the pre-cooler 400 in which the gas flows as an evaporator and a compressor 460, a condenser 470 and an expansion valve 480 are sequentially coupled to a refrigerant tube 450 coupled to the pre-cooler 400 to form one refrigerating cycle.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.07.2000
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number] 3333776
 [Date of registration] 26.07.2002
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3333776号

(P3333776)

(45) 発行日 平成14年10月15日 (2002. 10. 15)

(24) 登録日 平成14年 7 月26日 (2002. 7. 26)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

F 2 5 B 9/00
25/00

3 1 1

F 2 5 B 9/00
25/00

3 1 1

Z

請求項の数 3 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-229490 (P2000-229490)

(22) 出願日 平成12年 7 月28日 (2000. 7. 28)

(65) 公開番号 特開2002-48424 (P2002-48424A)

(43) 公開日 平成14年 2 月15日 (2002. 2. 15)

審査請求日 平成12年 7 月28日 (2000. 7. 28)

(73) 特許権者 590001669

エルジー電子株式会社

大韓民国, ソウル特別市永登浦区汝矣島洞20

(72) 発明者 キム ソン ヨウン

大韓民国, キョンギード, カンミョン,
チオルサンードン, 127, ジュコン ア
パートメント 702-302

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外 3 名)

審査官 上原 徹

(56) 参考文献 特開 平 3 -194364 (J P, A)

特開 昭63-25461 (J P, A)

特表2000-507684 (J P, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 脈動管冷凍機の冷却装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 作動ガスをポンピングする駆動部と該駆動部によりポンピングされる作動ガスの極低温部を形成する冷凍部間に係合された予冷器本体と、
前記予冷器本体の内部に装着された内部熱交換機と、
前記予冷器本体の外周面に、複数の冷却フィン有して係合された外部熱交換機と、
前記外部熱交換機の外周面に所定幅の密閉空間を置いて覆われた断熱部材と、
前記断熱部材の両方側を貫通して前記密閉空間の両方側に連通された冷媒管と、
前記冷媒管の出口側に設置されて冷媒ガスを圧縮する圧縮機と、
前記圧縮機の後方側冷媒管に設置されて前記冷媒の熱交換作用を行なう凝縮用熱交換機と、

2

前記凝縮用熱交換機と前記密閉空間の入口側間の前記冷媒管に設置される膨脹弁と、
を備えて構成されることを特徴とする脈動管冷凍機の冷却装置。

【請求項 2】 作動ガスをポンピングする駆動部と該駆動部によりポンピングされる作動ガスの極低温部を形成する冷凍部間に係合された予冷器本体と、
前記予冷器本体の内部に装着された内部熱交換機と、
前記外部熱交換機の外周面に所定幅の密閉空間を置いて覆われた断熱部材と、
前記断熱部材の両方側を貫通して前記密閉空間の内部に位置され、前記予冷器本体の外周面に複数回巻回された冷媒管と、
前記冷媒管の出口側に設置されて冷媒ガスを圧縮する圧縮機と、

10

前記圧縮機の後方側冷媒管に設置されて前記冷媒の熱交換作用を行なう凝縮用熱交換機と、

前記凝縮用熱交換機と前記密閉空間の入口側間の前記冷媒管に設置される膨脹弁と、

を備えて構成されることを特徴とする脈動管冷凍機の冷却装置。

【請求項3】 作動ガスをポンピングする駆動部と該駆動部によりポンピングされる作動ガスの極低温部を形成する冷凍部に係合された予冷器本体と、

前記予冷器本体の内部に装着された内部熱交換機と、

前記予冷器本体の外周面に、複数の冷却フィンをも有して係合された外部熱交換機と、

前記外部熱交換機の外周面に巻回された断熱部材と、

前記断熱部材の両方側を貫通して前記作動ガスが通過する前記予冷器本体の内部に設置されて、前記作動ガスが直接接触する冷媒管と、

前記冷媒管の出口側に設置されて冷媒ガスを圧縮する圧縮機と、

前記圧縮機の後方側冷媒管に設置されて前記冷媒の熱交換作用を行なう凝縮用熱交換機と、

前記凝縮用熱交換機と前記密閉空間の入口側間の前記冷媒管に設置される膨脹弁と、

を備えて構成されることを特徴とする脈動管冷凍機の冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、脈動管冷凍機に係るもので、詳しくは、高温高压の作動ガスを予め冷却させる予冷器を蒸発器とする冷媒圧縮式冷凍サイクルを構成し、作動ガス及び駆動部の発生熱を円滑に放熱させて、冷凍機の全般的な性能を向上し得る脈動管冷凍機の冷却装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、極低温冷凍機とは、小型電子部品又は超伝導体などで冷却を行うときに使用される低振動及び高信頼性の冷凍機であって、特に、スターリング冷凍機、QM冷凍機及び、ジュールトムソン冷凍機などが応用されている。

【0003】従来の脈動管冷凍機においては、図4に示したように、作動ガスをポンピングするため往復運動を行う駆動部100と、該駆動部100によりポンピングされた後、脈動管内で往復運動する作動ガスの熱力学的サイクルにより極低温部を形成する冷凍部200と、それら駆動部100と冷凍部200間に係合されて、ポンピングされる高温高压の作動ガスを予め冷却させる予冷器300と、を備えて構成されている。

【0004】そして、前記駆動部100においては、密閉ケース110と、該密閉ケース110の上部に連結された上部フレーム111と、該上部フレーム111の下部の前記密閉ケース110の内部に締結収納された中間

フレーム112と、該密閉ケース110の内部の前記中間フレーム112に駆動軸130を介して装着された駆動モータ120と、前記上部フレーム111の中央に切削形成されたシリンダ部110aと、前記中間フレーム112の下方に結合された下部フレーム113と、前記駆動軸130の先端端に連結され、前記シリンダ部110aの内部に嵌合されて往復運動により作動ガスをポンピングするピストン140と、前記駆動軸130の上下両側の前記中間フレーム112及び下部フレーム113にそれぞれ結合されて、駆動モータ120の共振運動を誘発させ、前記ピストン140の直進性を案内する案内用支持部材151及び弾性用支持部材152と、から構成されている。

【0005】且つ、前記冷凍部200においては、ポンピングされた作動ガスにより内部作動ガスが両方端で圧縮及び膨張されて、圧縮部の温側熱交換機211では放熱させ、膨張部の冷側熱交換機212では外部熱を吸収する脈動管210と、前記脈動管210の圧縮部の温側熱交換機211に連結されて往復する作動ガスの質量流動と、圧力脈動間の位相差を発生させ、熱的平衡を維持させる位相制御器220と、該位相制御器220に連結された貯蔵容器230と、前記脈動管210の膨張部の冷側熱交換機212に連結されて、該脈動管210にポンピングされる作動ガスの顕熱を貯蔵した後、復帰する作動ガスの温度を補償する再生器240と、前記脈動管210、位相制御器220、貯蔵容器230及び再生器240を外側と遮断して密閉させる第2密封シェル250と、から構成されている。

【0006】又、前記予冷器300は、空冷式と水冷式とに大別されるが、前記空冷式は、前記予冷器300の壁面に伝達された熱を予冷器300の外壁と接触された外部熱交換機330から外部空気とファンを利用して冷却する方式であり、前記水冷式は、前記ポンプ及び、放熱を行う別途の熱交換機を利用して外部との熱交換を行う方式である。

【0007】以下、前記予冷器300の構造に対し、より詳しく説明する。まず、前記空冷式予冷器300においては、図5に示したように、銅などのような熱伝導率の高い材質を用いて中空円筒状に形成され、上端面は前記第2密封シェル250（図4参照）の下方側のベースプレートPに締結され、下端面は前記上部フレーム111の上面に締結された予冷器本体310と、該予冷器本体310の内周面に装着されて、ポンピングされる作動ガスの発生熱を吸収するとき、ガスとの熱交換面積が十分に確保されるように、網状に形成された内部熱交換機320と、前記予冷器本体310の外周面に係合され、前記内部熱交換機320から前記予冷器本体310に伝達された熱を外部に放熱させる複数の冷却ピンを備えた中空円筒状の外部熱交換機330と、から構成されている。

【0008】一方、前記水冷式予冷器300aは、図6に示したように、前記空冷式予冷器と同様な予冷器本体310と、該予冷器本体310の内部に装着される前記空冷式と同様な内部熱交換機320と、複数の冷却ピンを備えて、前記予冷器本体310の外周面に係合された中空円筒状の外部熱交換機330aと、該外部熱交換機330aの外周面に密閉空間Sを置いて覆われた断熱部材340と、該断熱部材340を経て密閉サイクルを形成するように、前記密閉空間Sに冷却水を供給して循環させるポンプ350及び熱交換機360と、から構成されている。図中、未説明符号341及び342は、ガスが流入／流出できるように複数の孔が穿孔形成された蓋、370は気泡排出管、Fは送風管をそれぞれ示したものである。

【0009】以下、このように構成された従来の脈動管冷凍機の動作過程を図4により説明する。駆動モータ120に電源が印加されて、該駆動モータ120の可動子（図示されず）が直線往復運動を行うと、前記可動子に結合された前記駆動軸130が直線往復運動をし、前記駆動軸130に一体に係合されたピストン140がシリンダ部110aの内部で直線往復運動をしながら冷凍部200の作動ガスをポンピングさせる。

【0010】このようにポンピングされる作動ガスは、脈動管210の冷側熱交換機212側と、温側熱交換機211側間を往復しながら冷側熱交換機212側の熱を温側熱交換機211側に移動させて、前記冷側熱交換機212側に極低温部を形成させる。このとき、前記ピストン140の圧縮行程時に、前記シリンダ部110aから前記冷凍部200に移動された圧縮状態の作動ガスは、前記予冷器300を経て所定温度に冷却された後、前記再生機240に流入し、該再生機240を経て熱交換されて顕熱を潜んだ状態で脈動管210の冷側熱交換機212側に流入される。

【0011】よって、前記流入された作動ガスにより、前記脈動管210の内部に充填された作動ガスは、温側熱交換機211及び位相制御器220側に移動されて圧縮された後、前記ピストン140の吸入行程時に、脈動管210の冷側熱交換機212側に移動し急激に断熱膨張されて、極低温部を形成する。このように、前記脈動管210から放出された作動ガスは、再び再生機240を経て所定温度に加熱されたり、前記予冷器300を経て放熱されたりして前記シリンダ部110aに流入される。

【0012】このとき、前記予冷器が空冷式である場合は、作動ガスの熱が伝達された前記外部熱交換機330の各冷却ピンが、図5に示した別途のファンFから吹き付けられる空気に接触されて放熱され、前記予冷器が水冷式である場合は、図6に示したように、ポンプによりポンピングされた冷却水が外部熱交換機360を経て冷却された後、前記密閉空間Sに循環／供給されながら予

冷器本体310の内部熱を放熱させる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】然るに、このような従来の脈動管冷凍機の予冷器においては、内部に網状の内部熱交換機を設置し、外部に空冷式又は水冷式の外部熱交換機を設置して、作動ガス及び駆動部の発生熱を放熱させるため、前記空冷式外部熱交換機及び水冷式外部熱交換機は、実際の外気温度が高温であるとき、放熱効果が低下して冷凍部に流入する作動ガスの温度を上昇させるが、このよに作動ガスの温度が上昇すると、冷凍効果が低下し、これを補償しようとする、駆動部の所要動力が増大されて、冷凍機の全体性能が低下するという不都合な点があった。

【0014】特に、前記水冷式外部熱交換機においては、水冷サイクルに冷却水を完全に充填し難くて、密閉サイクルを構成することが難しく、発生された気泡を排出させる別途の気泡排出管を備える必要があり、サイクルを循環する冷却水が前記気泡排出管を通して排出されるため、随時に冷却水を再供給するようになって、冷却水の使用によってチューブ内にスケールなどのような異物質が発生し、別途のフィルタ又は防錆剤などが必要となって、煩雑になるという不都合な点があった。

【0015】そこで、本発明は、このような従来の課題に鑑みてなされたもので、本発明の目的は、予冷器を蒸発器とする冷媒圧縮式冷凍サイクルを構成して、作動ガス及び駆動部の発生熱を円滑に放熱させ、冷凍機の全般的な性能を一層向上し得る脈動管冷凍機の冷却装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するため、本発明に係る脈動管冷凍機の冷却装置においては、作動ガスをポンピングする駆動部と該駆動部によりポンピングされる作動ガスの極低温部を形成する冷凍部に係合された予冷器本体と、前記予冷器本体の内部に装着された内部熱交換機と、前記予冷器本体の外周面に、複数の冷却フィンを有して係合された外部熱交換機と、前記外部熱交換機の外周面に所定幅の密閉空間を置いて覆われた断熱部材と、前記断熱部材の両方側を貫通して前記密閉空間の両方側に連通された冷媒管と、前記冷媒管の出口側に設置されて冷媒ガスを圧縮する圧縮機と、前記圧縮機の後方側冷媒管に設置されて前記冷媒の熱交換作用を行なう凝縮用熱交換機と、前記凝縮用熱交換機と前記密閉空間の入口側間の前記冷媒管に設置される膨脹弁と、を備えて構成されることを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。本発明に係る脈動管冷凍機の冷凍装置の第1実施形態においては、図1に示したように、作動ガスをポンピングするため往復運動を行う駆動部100と、該駆動部100によりポンピングされた作

動ガスの作動により極低温部が形成される脈動管を備えた冷凍部 200 と、前記駆動部 100 のシリンダ部 110a と前記冷凍部 200 の再生機 240 間に係合されて、ポンピングされる高温高压の作動ガスを冷却させる冷媒圧縮式冷却手段と、を備えて構成されている。

【0018】そして、前記駆動部 100 及び冷凍部 200 の構造は、従来と同様であるため、詳しい説明を省略し、前記冷媒圧縮式冷却手段の構造は、次のようである。即ち、前記冷媒圧縮式冷却手段においては、上方端は、密封シェル 250 の下方端のベースプレート P に係合され、下端部は、前記駆動部 100 のシリンダ部 110a が備えられた上部フレーム 111 の上面に係合された中空円筒状の予冷器本体 410 と、該予冷器本体 410 の内部に装着された網状の内部熱交換機 420 と、複数個の冷却ピンを有して、前記予冷器本体 410 の外周面に係合された中空円筒状の外部熱交換機 430 と、該外部熱交換機 430 の外周側に所定幅の密閉空間 S を置いて離隔形成された断熱部材 440 と、を備えた予冷器 400 と、前記断熱部材 440 を経て前記密閉空間 S の両方側に連通される冷媒管 450 と、該冷媒管 450 の出口側に連結されて、冷媒ガスを圧縮する圧縮機 460 と、該圧縮機 460 に前記冷媒管 450 により連結されて、凝縮用熱交換機の役割を果たす凝縮器 470 と、該凝縮器 470 と前記密閉空間 S の入口側に冷媒管 450 により連結された膨張弁 480 と、を備えて構成されている。

【0019】且つ、前記冷媒管 450 は、前記圧縮機 460 から吐出されて前記凝縮器 470 及び前記膨張弁 480 を順次経た冷媒が前記密閉空間 S に流入されるように、その一方端が前記断熱部材 440 を貫通して前記膨張弁 480 の出口側に連通され、他方端は、前記外部熱交換機 430 で熱交換された冷媒が前記密閉空間 S から前記圧縮機 460 に流出されるように、前記断熱部材 440 を経て前記圧縮機 460 と連通されている。従って、本発明では、従来の水冷式予冷器の構造に、予冷器を蒸発器として使用する冷媒圧縮式冷凍サイクルを構成して、作動ガス及び駆動部の発生熱を放熱するように構成されている。

【0020】このように構成された本発明に係る脈動管冷凍機の冷凍装置の第 1 実施形態の動作について説明すると、次のようである。即ち、前記駆動モータ 120 に電源が印加されて可動子（図示されず）が直線往復運動を行うと、前記可動子に軸支された駆動軸 130 も直線往復運動を行い、前記駆動軸 130 に一体に係合された前記ピストン 140 が前記シリンダ部 110a の内部で直線往復運動を行って、冷凍部 200 の作動ガスをポンピングさせる。このようにポンピングされた作動ガスは、脈動管 210 の冷側熱交換機 212 側と温側熱交換機 211 側間を往復しながら冷側熱交換機 212 側の熱を温側熱交換機 211 側に移動させて、前記冷側熱交換

機 212 側に極低温部を形成させる。

【0021】このとき、前記ピストン 140 の圧縮行程の際、シリンダ部 110a から前記冷凍部 200 に移動されて圧縮された作動ガスが、前記冷媒圧縮式冷却手段を経て所定の温度に冷却された後、前記再生機 240 に流入され、該再生機 240 を経て熱交換された後、顕熱を含んだ状態で脈動管 210 の冷側熱交換機 212 側に流入される。

【0022】その後、このように流入された作動ガスにより前記脈動管 210 の内部に充填されていた作動ガスは、温側熱交換機 211 及び位相制御器 220 側に移動されて圧縮された後、前記ピストン 140 の吸入行程の際、脈動管 210 の冷側熱交換機 212 側に移動され、急激に断熱膨張されて極低温部を形成する。このように前記脈動管 210 から放出された作動ガスは、再び前記再生機 240 を経て所定温度に加熱され、前記冷媒圧縮式冷却手段を経て放熱された後、シリンダ部 110a に流入される。

【0023】このように、本発明に係る第 1 実施形態においては、前記作動ガスの熱は、網状の内部熱交換機 420 に吸熱されて予冷器本体 410 に伝達され、該予冷器本体 410 に伝達された熱は、外部熱交換機 430 に伝達され、該外部熱交換機 430 に伝達された熱は、前記圧縮機 460、凝縮器 470 及び膨張弁 480 を経て前記密閉空間 S に流入される低温低圧の液状冷媒と表面接触して、該冷媒液を蒸発しながら冷却されることを特徴とする。

【0024】即ち、前記予冷器本体 410 の外周面に外部熱交換機 430 を形成し、該外部熱交換機 430 の外方側に所定密閉空間 S を形成し、該密閉空間 S に冷媒圧縮式冷凍サイクルの冷媒管 450 を連通形成したので、冷媒が外部熱交換機 430 と接触されて予冷器本体 410 を冷却させる。

【0025】以下、本発明に係る脈動管冷凍機の冷凍装置の第 2 実施形態として、次のように構成することもできる。本発明に係る脈動管冷凍機の冷凍装置の第 2 実施形態においては、図 2 に示したように、予冷器本体 410 の外周面に冷媒管 550 を巻回して形成されたことを特徴とする。即ち、前記冷媒管 550 は、前記予冷器本体 410 の外周面に複数回巻回された後、前記膨張弁 480 及び前記圧縮機 460 に連結され、該冷媒管 550 の外周面には断熱部材 540 が被覆されている。このとき、前記予冷器本体 410 と冷媒管 550 とには熱伝達を円滑に行うため、銀メッキを施す。

【0026】以下、本発明に係る脈動管冷凍機の冷凍装置の第 3 実施形態として、次のように構成することもできる。本発明に係る脈動管冷凍機の冷凍装置の第 3 実施形態においては、図 3 に示したように、中空円筒状に形成されて、上方端は、前記密封シェル 250 の下方端のベースプレート P に係合され、下端部は、前記駆動部 1

00のシリンダ部110aが備えられた上部フレーム111の上面に係合された予冷器本体610と、該予冷器本体610の内部に装着された網状の内部熱交換機620と、前記予冷器本体610の外周面に覆われた断熱部材640と、を備えて構成されている。

【0027】このように構成された本発明に係る脈動管冷凍機の冷凍装置の第3実施形態の動作を説明すると、前記圧縮機460から吐出された作動ガスが、前記凝縮器470及び前記膨張弁480を経て低温低圧の冷媒液に変化され、前記予冷器本体610の内部まで流入されるように、冷媒管650が断熱部材640を経て前記予冷器本体610の内部に貫通されて、前記内部熱交換機620の内部まで延長連結されているため、前記予冷器本体610内部の作動ガスが冷媒管650に直接接触される。

【0028】このように、本発明に係る脈動管冷凍機の冷却装置の各実施形態においては、別途の気泡排出管を備え、予冷手段を蒸発器として使用する冷媒圧縮式冷凍サイクルを構成しているが、随時に冷却水を再供給する必要がなく、実際の冷凍機の外気温度が高温であるときにも、作動ガス及び駆動部の熱が円滑に放熱されて、冷凍機の全体性能を向上することができる。且つ、本発明は、このような実施の形態に限定されるものでなく、請求範囲内で多様な形態に変更して使用することができる。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る脈動管冷凍機の冷凍装置においては、駆動部と冷凍部間に連結されて、圧縮される作動ガス及び駆動部からの発生熱

を冷却させる予冷器を蒸発器とし、圧縮機、凝縮器及び膨張弁を備えて冷媒圧縮式冷却サイクルを構成するため、全体構造が簡単化され、実際の外気温度が高温であるときにも、円滑な放熱が行われ、作動ガスの温度上昇を防止して、冷凍機の全般的な性能を向上し得るという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る脈動管冷凍機の冷凍装置の第1実施形態を示した縦断面図である。

10 【図2】本発明に係る脈動管冷凍機の冷凍装置の第2実施形態を示した縦断面図である。

【図3】本発明に係る脈動管冷凍機の冷凍装置の第3実施形態を示した縦断面図である。

【図4】従来の脈動管冷凍機の一例を示した縦断面図である。

【図5】従来の脈動管冷凍機の空冷式予冷器の一例を示した縦断面図である。

【図6】従来の脈動管冷凍機の水冷式予冷器の一例を示した縦断面図である。

20 【符号の説明】

400…予冷器

410、610…予冷器本体

420、620…内部熱交換機

430…外部熱交換機

440、540、640…断熱部材

450、550、650…冷媒管

460…圧縮機

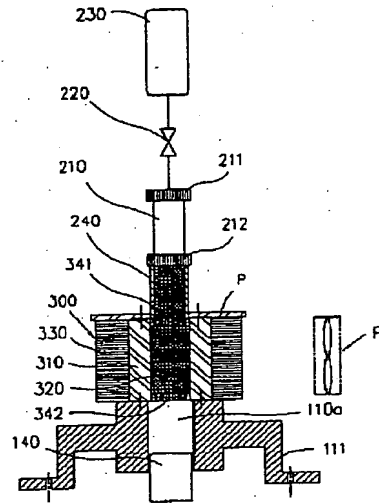
470…凝縮器

480…膨張弁

【図5】

図5

従来の脈動管冷凍機の空冷式予冷器の1例を示した縦断面図

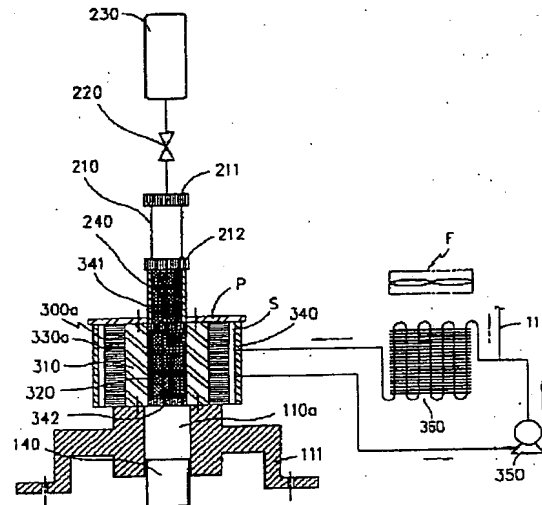


300 …空冷式予冷器
310 …予冷器本体
320 …内部熱交換機
330 …外部熱交換機
341, 342 …蓋

【図6】

図6

従来の脈動管冷凍機の水冷式予冷器の1例を示した縦断面図



300a …水冷式予冷器
310 …予冷器本体
320 …内部熱交換機
330a …外部熱交換機
340 …外部熱交換機
341, 342 …蓋
350 …ポンプ
360 …熱交換機

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

F25B 9/00 311

F25B 25/00

BEST AVAILABLE COPY